



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

REC'D 11 SEP 2000

WIPO

Aktenzeichen: 199 34 185.0

Anmeldetag: 21. Juli 1999

Anmelder/Inhaber: Siemens AG, München/DE

Bezeichnung: Optische Kopplungseinrichtung

IPC: G 02 B, H 04 J, H 04 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 31. August 2000

~~Deutsches Patent- und Markenamt~~

Der Präsident

Im Auftrag

Hoß

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



Beschreibung

Optische Kopplungseinrichtung

5 Die Erfindung betrifft eine optische Kopplungseinrichtung zum
Einkoppeln von Licht zwischen zwei Lichtwellenleitern- End-
flächen, wobei die geometrische Position der einen Lichtwel-
lenleiter-Endfläche, beispielsweise einer Lichtleiterfaser,
10 gegenüber der anderen Lichtwellenleiter-Endfläche, beispiels-
weise eines Streifenleiters eines optischen Bauelements, mit
Hilfe eines längenveränderlichen Elements veränderbar ist,
welches über eine Halteeinrichtung einen der beiden Lichtwel-
lenleiter trägt und durch wenigstens einen Halteklotz mit der
15 den anderen Lichtwellenleiter enthaltenden Struktur verbunden
oder an ihr befestigt ist.

Eine optische Kopplungseinrichtung ist beispielsweise aus der
WO 98/13718 bekannt. Derartige Kopplungseinrichtungen werden
in optischen Filtern nach dem Phased-Array-Prinzip mit einer
20 Einkoppelfläche eingesetzt, in die an einer bestimmten geome-
trischen Position Licht eintritt, wobei die geometrische Po-
sition die Ausgangswellenlänge des optischen Filters beein-
flußt. Optische Filter nach dem Phased-Array-Prinzip werden
insbesondere als Multiplexer oder Demultiplexer im optischen
Wellenlängenmultiplex-Betrieb (WDM) eingesetzt, da sie eine
geringe Einfügedämpfung und eine hohe Nebensprechunterdrück-
kung aufweisen.

~~In der deutschen Patentanmeldung DE 44 22 651 9 wird be-~~
30 ~~schrieben, daß die Mittelwellenlänge eines Phased-Array-Fil-~~
~~ters durch die Position eines Einkoppel-Lichtwellen-leiters,~~
~~der das Licht in den Lichtwellenleiter leitet, festgelegt~~
~~werden kann. Auf diese Weise kann durch die geometrische Po-~~
~~sitionierung des Einkoppel-Lichtwellenleiters oder der Ein-~~
35 ~~koppelfaser die Mittelwellenlänge des optischen Filters genau~~
~~justiert werden.~~

2

Optische Kopplungseinrichtungen werden auch bei schmalbandigen Wellenlängen-Multiplexern (DWDM) für die Lichtwellenleiter-Übertragungstechnik eingesetzt. Diese Bauteile ermöglichen es, auf der Senderseite die Signale von Lasern verschie-

5 dener Wellenlängen verlustarm auf eine einzige Glasfaser zusammenzuführen beziehungsweise auf der Empfängerseite wellenlängenselektiv auf eine entsprechende Anzahl von Empfängern aufzuteilen.

10 Der besondere Vorteil von schmalbandigen Wellenlängen-Multiplexern im Vergleich zu herkömmlichen Wellenlängen-Multiplexern liegt in der Schmalbandigkeit. Dadurch ist ein so geringer Kanalabstand möglich, daß im Dämpfungsminimum der Glasfaser, das heißt im Wellenlängenbereich um 1550 nm, eine Viel-

15 zahl von Übertragungskanälen, beispielsweise zweiunddreißig Übertragungskanäle, untergebracht werden kann. Ein DWDM besteht aus einem Chip, auf dem Wellenleiterstrukturen mit der erforderlichen Geometrie aufgebracht sind. Auf der Empfängerseite ist der Eingang des Chips die Faser mit dem Multiplexersignal, die auch Einkopplungsfaser genannt wird. Auf der

20 Auskopplungsseite ist eine entsprechende Anzahl von Fasern angebracht, die die einzelnen Signale zu dem Empfängern weiterführen.

Bei der Lichtwellenleiter-Übertragungstechnik mit DWDM besteht das Problem darin, daß die Eigenschaften des Chips sich mit der Betriebstemperatur stark ändern. Eine Temperaturänderung führt zu einer Änderung der Brechzahlverhältnisse und auch der geometrischen Verhältnisse der Chips. Dadurch kommt

30 es zu Verschiebungen der Wellenlänge, das heißt zu einer Verschiebung des Kanalastes zwischen DWDM und den Lasern beziehungsweise zwischen der Senderseite und der Empfängerseite. Aus diesem Grund muß die Verschiebung der Mittenwellenlängen vermieden werden.

35 Zur Vermeidung der beschriebenen Temperatureffekte wurde bereits eine passive Temperaturkompensation vorgeschlagen. Die

Temperaturabhängigkeit der Mittenwellenlänge kann dadurch kompensiert werden, daß die Einkoppelfaser in Abhängigkeit von der Temperatur gegenüber dem DWDM-Chip vertikal verschoben wird.

~~Diese Verschiebung erfolgt durch ein längenveränderliches Bauteil, welches gegenüber dem Trägermaterial des~~

- 5 Chips einen höheren termischen Ausdehnungskoeffizienten aufweist, beispielsweise durch ein längenveränderliches Element aus Aluminium. An dem längenveränderlichen Element ist dann, wie eingangs beschrieben wurde, die Lichtleiterfaser befestigt, so daß die Endflächen der Lichtleiterfaser und des
- 10 Lichtleiterchips parallel zueinander verschoben werden, wodurch der Einfluß der Temperatur auf die Mittenwellenlänge kompensiert wird.

- 15 Bei der praktischen Umsetzung dieser Kopplungseinrichtung werden die Verbindungsstellen zwischen dem Halteklotz und dem Chip einerseits und dem Halteklotz und dem längenveränderlichen Element andererseits in Klebtechnik ausgeführt. Dabei wird die Klebestelle zwischen dem Halteklotz und dem Chip
- 20 ausgehärtet, nachdem die Einkoppelfaser optisch relativ zum Chip positioniert ist.

Bei dieser Technik ergibt sich das Problem, daß die Klebeverbindungen temperaturabhängigen Änderungen unterliegen. Durch unterschiedliche Klebespaltbreiten, Inhomogenitäten und Ausgasung des Klebers kommt es zu mechanischen Spannungen im Spalt. Dies ist besonders kritisch bei Klebeverbindungen zwischen Materialien mit unterschiedlichen Temperatúrausdehnungskoeffizienten, wie Aluminium und Glas oder Glaskeramik.

- 30 Die thermisch bedingten Spannungen haben zur Folge, daß eine Temperaturänderung nicht nur die erwünschte Bewegung der Endflächen der Lichtleiterelemente zueinander, sondern zusätzlich auch dazu senkrechte Bewegungen erfolgen, das heißt senkrecht zur Chipebene oder von dem Chip weg. Diese Bewegungen sind unerwünscht, da sie zu einer Erhöhung der Dämpfung
- 35 an der Einkopplungsstelle führen. Die unerwünschten Bewegungen lassen sich wenigstens teilweise durch eine Fixierung des

freien Endes des längenveränderlichen Elementes verhindern, wobei jedoch die Befestigung so ausgestaltet sein muß, daß die erwünschte temperaturabhängige Bewegung zugelassen wird.

- 5 Es wurde bereits vorgeschlagen, eine verschiebbare Führung an dem anderen Halteklotz vorzusehen. Diese Art der Fixierung erfordert jedoch sehr enge Bearbeitungstoleranzen der Bauteile und einen hohen feinmechanischen Aufwand. Dennoch treten Probleme durch Reibung und Spiel in der Führung auf.

10

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine optische Kopplungseinrichtung bereitzustellen, bei der Bewegungen der Endfläche der Lichtleiterfaser senkrecht zu dieser Fläche zu unterdrücken und gleichzeitig die erwünschte Bewegung der Endflächen parallel zueinander zu gestatten. Insbesondere soll eine optische Kopplungseinrichtung bereitgestellt werden, die mit den etablierten Herstellungs- und Klebverfahren kompatibel ist und eine Justierung der Einkoppelstelle vor dem Kleben ermöglicht.

20

Zur Lösung dieser Aufgabe ist die eingangs erwähnte, optische Kopplungseinrichtung dadurch gekennzeichnet, daß das längenveränderliche Element mit einem längenveränderlichen Ausgleichselement verbunden ist, dessen Länge sich mit der Temperatur um den gleichen Betrag, aber in entgegengesetztem Sinne wie die des längenveränderlichen Elementes verändert, und daß das längenveränderliche Ausgleichselement an einem zweiten Halteklotz befestigt ist.

- 30 Das längenveränderliche Element, das beispielsweise aus Aluminium bestehen kann, wird bei dieser Ausführungsform der Erfindung mit einem Ausgleichselement aus einem Material mit negativem Ausdehnungskoeffizienten verlängert, so daß sich in der Summe die gleiche Wärmeausdehnung ergibt, wie bei dem
- 35 Trägermaterial, beispielsweise Quarzglas. Dadurch wird erreicht, daß sich zwar die Einkoppelfasern in der gewünschten Art und Weise verschiebt, das heißt die Endfläche der Einkop-

pelfaser bewegt sich parallel zu der Einkoppelfläche des Chips, daß jedoch keine Relativbewegung zwischen den Befestigungspunkten der beiden Halteklötze und dem Trägermaterial, ~~das heißt dem Chip, stattfindet, weil die Gesamtlänge von~~

- 5 längenveränderlichem Element und längenveränderlichem Ausgleichselement immer gleich groß ist. Damit werden die oben beschriebenen Spannungen und Verschiebungen minimiert.

- 10 Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Einrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Länge des längenveränderlichen Ausgleichselementes unter Berücksichtigung von dessen Ausdehnungskoeffizienten so gewählt ist, daß sich die Länge des längenveränderlichen Ausgleichselementes um den gleichen Betrag, aber in entgegengesetztem Sinne wie
- 15 die des längenveränderlichen Elements verändert. Mit anderen Worten kommt es nur auf die Kombination der Einflüsse der Länge des Ausgleichselementes und dessen Ausdehnungskoeffizienten an, so daß eine genaue Abstimmung des Ausdehnungskoeffizienten nicht erforderlich ist.

20

Zur Lösung der oben genannten Aufgabe ist die eingangs erwähnte, optische Kopplungseinrichtung dadurch gekennzeichnet, daß der Halteklötz ein U-förmiges Teil aus einem Material mit gleichem Wärmeausdehnungskoeffizienten wie der Chip aufweist, daß ein T-förmiges Teil aus einem Material mit gleichem Temperatureausdehnungskoeffizienten wie der Chip vorgesehen ist, daß das längenveränderliche Element mit positivem Temperatureausdehnungskoeffizienten mit dem T-förmigen Teil an dessen Fuß und mit dem U-förmigen Teil an dessen Boden verbunden

- 30 ist, und daß zwei längenveränderliche Elemente mit positivem Temperatureausdehnungskoeffizienten an den Schenkeln des U-förmigen Teiles befestigt sind, die aus dem gleichen Material bestehen wie das längenveränderliche Element und die gleiche Länge wie dieses haben, und die einerseits an den Schenkeln
- 35 des U-förmigen Teils und andererseits an der Unterseite des Querbalkens des T-förmigen Teiles befestigt sind. Diese Kopplungseinrichtung wird mit Hilfe des U-förmigen Teiles an dem

Chip befestigt beziehungsweise verklebt. Durch die gleichartigen Wärmeausdehnungen der drei durch die längenveränderlichen Elemente und das U-förmige und das T-förmige Teil gebildeten Säulen wird erreicht, daß eine feste Verklebung der

5 einzelnen Teile möglich wird, ohne daß die Verbindungsstellen durch Temperaturdehnungen beansprucht werden. Damit wird in vorteilhafter Weise erreicht, daß die Einkoppelfaser den auf die erwünschte temperaturabhängige Bewegungen ausführen kann. Durch die zusätzlichen Teile wird die erwünschte Fixierung
10 des oberen Endes des längenveränderlichen Elementes erreicht, so daß sich temperatur- und zeitabhängige Veränderungen der Klebestelle zwischen dem U-förmigen Teil und den längenveränderlichen Elementen nur noch minimal auswirken können. Nur noch der U-förmige Teil ist mit dem Chip verbunden beziehungsweise verklebt und alle anderen Teile sind frei beweglich und können sich somit bei schwankenden Temperaturen und
15 entsprechender Ausdehnung der längenveränderlichen Elemente mit positivem Temperatúrausdehnungskoeffizienten verschieben.

20

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Einrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß die längenveränderlichen Elemente aus Aluminium bestehen, was wegen seiner Materialeigenschaften für diesen Zweck bevorzugt ist.

Schließlich ist eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Einrichtung dadurch gekennzeichnet, daß das Material der längenveränderlichen Ausgleichselemente eine
~~Glaskeramik mit negativem Temperatúrausdehnungskoeffizienten,~~

30 vorzugsweise das Material des Chips, ist. Damit wird ein minimaler Einfluß von Temperaturänderungen zwischen Chip und Halteklötz erreicht.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der beiliegenden Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:
35

Fig. 1 eine Seitenansicht einer Kopplungseinrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 2 eine Draufsicht auf ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Kopplungseinrichtung mit Blick

5 richtung nach dem Pfeil B in Figur 3; und

Fig. 3 eine Seitenansicht des zweiten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Kopplungseinrichtung.

10 In Figur 1 ist ein Lichtwellenleiterchip 2 gezeigt, an dem über zwei Halteklötze 4, 6 (z.B. Glas oder Glaskeramik) ein längenveränderliches Element 8 aus Aluminium, ein längenveränderliches Ausgleichselement 10 aus einem Material mit negativem Wärmeausdehnungskoeffizienten und eine Ferrule 12 gehalten wird, durch das eine Lichtleiterfaser 14 in Einkopplungsstellung an dem Lichtleiterchip 2 gehalten wird. Das Ferrule 12 bewegt sich in Richtung des Doppelpfeiles P.

20 Bei dieser Ausführungsform wird mit anderen Worten das längenveränderliche Element 8 durch ein längenveränderliches Ausgleichselement 10 verlängert, so daß sich in der Summe die gleiche Wärmeausdehnung ergibt, wie bei dem Trägermaterial des Lichtwellenleiterchips, nämlich bei Quarzglas. Dadurch wird erreicht, daß sich bei Temperaturänderungen die Einkoppelfaser in der gewünschten Weise verschiebt, um die Mittenwellenlänge zu kompensieren, daß jedoch keine Relativbewegung zwischen den Befestigungspunkten der Halteklötze 4, 6 und dem Lichtwellenleiterchip 2 stattfindet.

~~Mögliche Glaskeramikmaterialien, die einen negativen Tempera-~~
30 turausdehnungskoeffizienten aufweisen, sind unter dem Namen ROBAX® oder CERODUR® erhältlich. Da die Beträge der Ausdehnungskoeffizienten dieser Materialien im Vergleich zu dem Temperaturausdehnungskoeffizienten des längenveränderlichen Elementes 8 aus Aluminium unterschiedlich sind, wird die
35 Länge des Ausgleichselementes 10 so angepaßt, daß sich insgesamt eine Wärmeausdehnung ergibt, wie bei dem Trägermaterial Quarzglas.

Auf der der Einkopplungsseite gegenüberliegenden Seite des Lichtwellenleiterchips 2 sind die Auskopplungsfasern 16 dargestellt.

5

Die Figuren 2 und 3 zeigen eine Draufsicht beziehungsweise eine Seitenansicht eines zweiten Ausführungsbeispieles der erfindungsgemäßen Kopplungseinrichtung, wobei die Figur 2 in Blickrichtung des Pfeiles B von Figur 3 zu sehen ist. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist ein U-förmiges Teil 22 als Halteklötzchen der Kopplungseinrichtung an einem Lichtwellenleiterchip 20 vorgesehen. An dem Boden 24 des U-förmigen Teiles ist das längenveränderliche Element 26 befestigt, welches die Ferule 28 trägt, in der die Faser 30 befestigt ist. Das andere Ende des längenveränderlichen Elementes 26 ist an dem Fuß 30 eines T-förmigen Teiles 32 befestigt. Zwei weitere längenveränderliche Elemente 34, 36 sind an der Unterseite 38 des Querbalkens 40 des T-förmigen Elementes 32 befestigt und andererseits an den Enden von Schenkeln 40, 42 des U-förmigen Teiles 22. Bei diesem Ausführungsbeispiel sind die längenveränderlichen Teile 26, 34, 36 aus Aluminium, das einen positiven Wärmeausdehnungskoeffizienten hat, und das T-förmige Teil 32 und das U-förmige Teil 33 sind aus Glaskeramik, vorzugsweise aus dem gleichen Material wie der Lichtwellenleiterchip 20, das den gleichen Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist wie der Lichtwellenleiterchip.

Durch diesen Aufbau ergeben sich drei „Säulen“, die jeweils zur Hälfte aus Aluminium und Glasmaterial bestehen. Dadurch

haben alle drei „Säulen“ jeweils die gleiche Gesamt-Temperaturausdehnung. Somit ist eine feste Verklebung der einzelnen Teile möglich, ohne daß die Verbindungsstellen durch Temperaturdehnung beansprucht werden. Durch die zusätzlichen Teile wird die erwünschte Fixierung des oberen Endes des längenveränderlichen Elementes 26 erreicht, so daß sich temperatur- und zeitabhängige Veränderungen der Klebestelle zwischen dem U-förmigen Teil 22 und dem längenveränderlichen Element 26

nicht mehr auswirken. Lediglich der U-förmige Teil 22 ist mit dem Lichtwellenleiterchip 20 verbunden beziehungsweise daran verklebt. Alle anderen Teile der Kopplungseinrichtung sind

~~frei beweglich und können sich somit bei schwankenden Tempe-~~

- 5 raturen entsprechender Ausdehnung der längenveränderlichen Elemente verschieben. Auskopplungsfasern 46 sind wiederum an der Auskopplungsseite des Lichtwellenleiterchips 20 gezeigt.
-

Patentansprüche

1. Optische Kopplungseinrichtung zum Einkoppeln von Licht
~~zwischen zwei Lichtwellenleitern- Endflächen, wobei die~~

5 geometrische Position der einen Lichtwellenleiter-Endfläche
beispielsweise einer Lichtleiterfaser gegenüber der anderen
Lichtwellenleiter-Endfläche beispielsweise eines
Lichtleiterchips mit Hilfe eines längenveränderlichen
Elements veränderbar ist, welches über eine Halteeinrichtung
10 den einen der beiden Lichtwellenleiter trägt, und durch
wenigstens einen Halteblock an dem anderen Lichtwellenleiter
befestigt ist.

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a ß
das längenveränderliche Element (8) mit einem
15 längenveränderlichen Ausgleichselement (10) verbunden ist,
dessen Länge sich mit der Temperatur um den gleichen Betrag,
aber in entgegengesetztem Sinne wie die des
längenveränderlichen Elementes (8) verändert, und daß das
längenveränderliche Ausgleichselement (10) an einem zweiten
20 Halteklötz (6) befestigt ist.

2. Kopplungseinrichtung nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a ß die Länge
des längenveränderlichen Ausgleichselementes (10) unter
Berücksichtigung von dessen Ausdehnungskoeffizienten so
gewählt ist, daß sich die Länge des längenveränderlichen
Ausgleichselementes (6) um den gleichen Betrag, aber in
entgegengesetztem Sinne wie die des längenveränderlichen
Elements verändert.

30

3. Optische Kopplungseinrichtung zum Einkoppeln von Licht
zwischen zwei Lichtwellenleitern- Endflächen, wobei die
geometrische Position der einen Lichtwellenleiter-Endfläche
beispielsweise einer Lichtleiterfaser gegenüber der anderen
35 Lichtwellenleiter-Endfläche beispielsweise eines
Lichtleiterchips mit Hilfe eines längenveränderlichen
Elements veränderbar ist, welches über eine Halteeinrichtung

den einen der beiden Lichtwellenleiter trägt, und durch wenigstens einen Halteklotz an dem anderen Lichtwellenleiter befestigt ist,

~~dadurch gekennzeichnet, daß der~~

- 5 Halteklotz ein U-förmiges Teil (22) aus einem Material mit gleichem Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist wie der Chip, daß ein T-förmiges Teil (32) aus einem Material mit gleichem
- 10 Temperatúrausdehnungskoeffizienten wie der Chip vorgesehen ist, daß das längenveränderliche Element (26) mit positivem Temperatúrausdehnungskoeffizienten mit dem T-förmigen Teil (32) an dessen Fuß (30) und mit dem U-förmigen Teil an dessen
- Boden verbunden ist, und daß zwei längenveränderliche Elemente (34, 36) mit positivem
- 15 Temperatúrausdehnungskoeffizienten an den Schenkeln (40, 42) des U-förmigen Teiles (22) befestigt sind, die aus dem gleichen Material bestehen wie das längenveränderliche Element (26) und die gleiche Länge wie dieses haben, und die einerseits an den Schenkeln des U-förmigen Teils (22) und
- 20 andererseits an der Unterseite (38) des Querbalkens (40) des T-förmigen Teiles (32) befestigt sind.

4. Kopplungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a ß die längenveränderlichen Elemente aus Aluminium bestehen.

5. Kopplungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a ß das Material der längenveränderlichen Ausgleichselemente eine Glaskeramik mit gleichem Temperatúrausdehnungskoeffizienten,

- 30 vorzugsweise das Material des Chips, ist.

Zusammenfassung

Optische Kopplungseinrichtung

-
- 5 Eine optische Kopplungseinrichtung zum Einkoppeln von Licht zwischen zwei Lichtwellenleiter-Endflächen, bei der die geometrische Position der einen Lichtwellenleiter-Endfläche gegenüber der anderen Lichtwellenleiter-Endfläche mit Hilfe eines längenveränderlichen Elements (8) veränderbar ist. Das
- 10 Element trägt einen der beiden Lichtwellenleiter, ist über einen Halteklotz (4) an dem anderen Lichtwellenleiter befestigt. Das längenveränderliche Element (8) ist mit einem längenveränderlichen Ausgleichselement (10) verbunden, dessen Länge sich mit der Temperatur um den gleichen Betrag, aber in
- 15 entgegengesetztem Sinne wie die des längenveränderlichen Elementes (8) verändert. Das längenveränderliche Ausgleichselement (10) ist an dem zweiten Halteklotz (6) befestigt.

20 Fig. 1

1/1

FIG 1

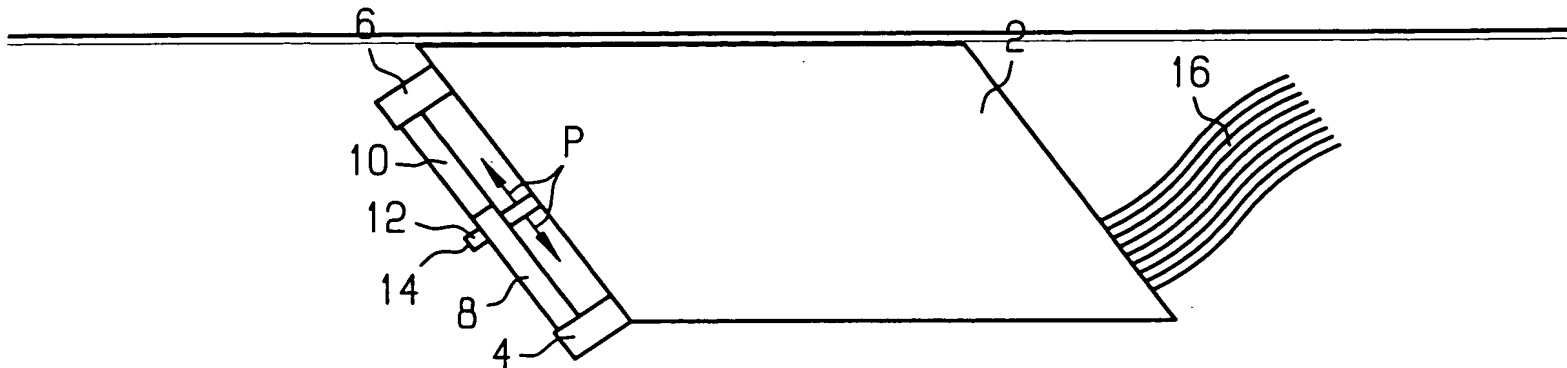


FIG 2

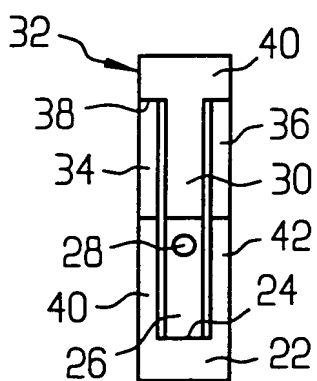


FIG 3

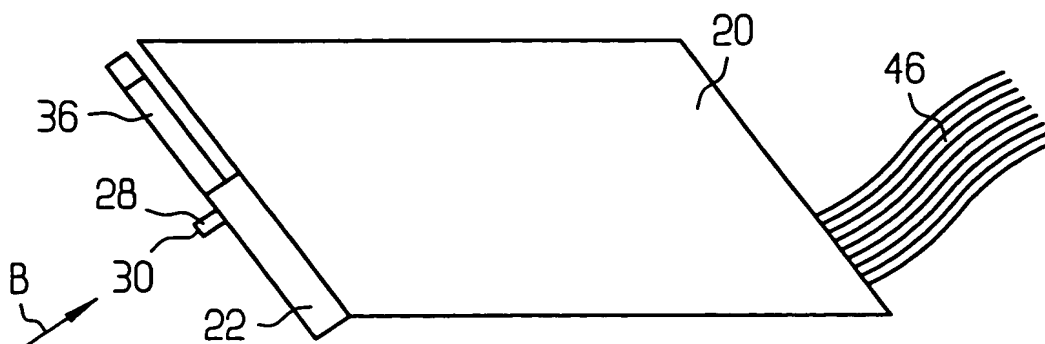


FIG 1

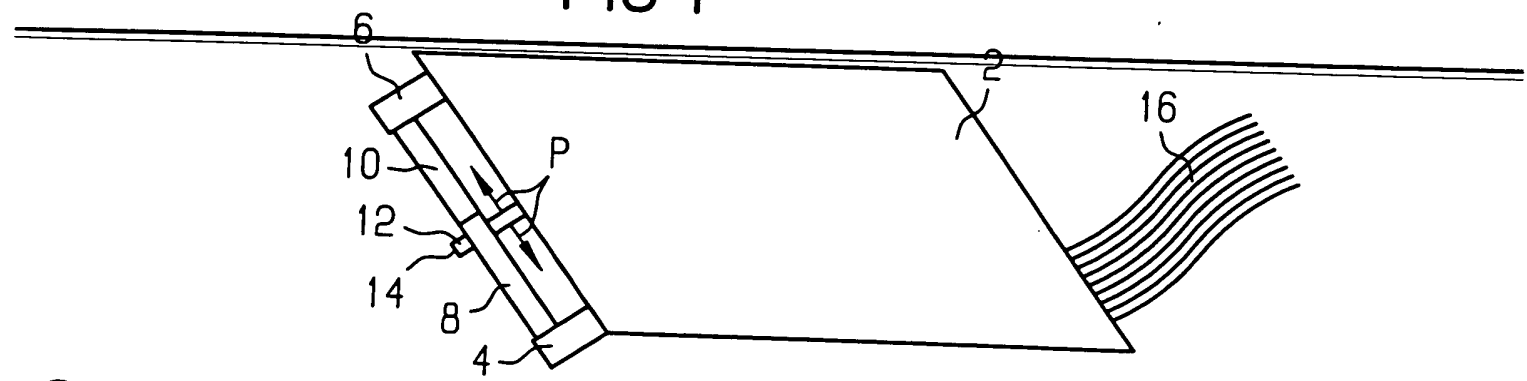


FIG 2

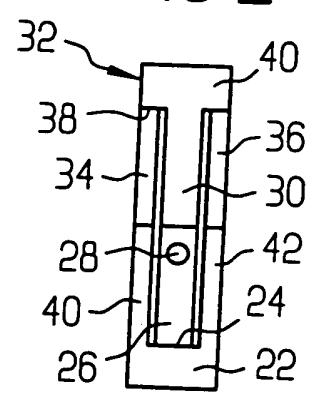


FIG 3

